SetE BULLETIN SCIENCE ET ENVIRONNEMENT SetE
Numéro 27 novembre/décembre 2001

LA NOUVELLE FORMULE DE MESURE DU REFROIDISSEMENT ÉOLIEN

La version nouvelle et améliorée de l'indice de refroidissement éolien, lancée cet automne, si elle ne peut influer sur la température réelle de l'air extérieur cet hiver ou sur la rapidité avec laquelle le corps humain perd de la chaleur par une journée glaciale et venteuse, donnera au moins aux Canadiens une meilleure idée du froid que l'on ressent réellement au dehors.

La formule de mesure du refroidissement éolien, mise au point au cours des deux dernières années par une équipe de scientifiques et d'experts médicaux du Canada et des États-Unis, est le fruit de nouvelles recherches lors desquelles on a fait appel à des sujets humains et à une technologie informatique de pointe, combinées aux récents progrès réalisés dans la compréhension de la façon dont le corps perd sa chaleur lorsqu'il est exposé au froid.

L'indice de refroidissement éolien qui en résulte est exprimé en unités de « température équivalente », pour ne pas prêter à confusion avec la température réelle. Bien que, pour de nombreux Canadiens, les informations exprimées en ces termes ne soient pas chose nouvelle, les nouvelles données diffèrent de celles auxquelles ils se sont habitués. Les scientifiques se sont aperçus que le refroidissement éolien avait été légèrement surestimé par le passé, si bien qu'en vertu du nouveau système, on émettra un moins grand nombre d'avertissements de conditions extrêmes.

La raison de cette différence tient à ce que l'ancien indice de refroidissement éolien, conçu il y a 60 ans, avait été établi dans l'Antarctique, en mesurant la perte de chaleur de l'eau contenue dans des cylindres de plastique. Contrairement aux êtres humains, toutefois, les cylindres de plastique ne disposent pas de source de chaleur interne et ne réagissent pas non plus physiologiquement au froid comme nous le faisons lorsque les vaisseaux sanguins irriguant la surface de notre peau se contractent pour conserver la chaleur interne du corps. Par ailleurs, selon l'ancienne formule, la vitesse du vent était mesurée dans des tours à plus de 10 mètres au-dessus du sol, plutôt qu'à hauteur d'homme, soit 1,5 mètre en moyenne, où la friction réduit la vitesse du vent du tiers environ.

Des bénévoles munis de fluxmètres thermiques et de thermocouples ont participé à quatre tests d'une durée de 90 minutes chacun, effectués à des températures et à des vitesses de vent différentes à l'intérieur d'une soufflerie réfrigérée.

Environnement Canada a présidé à la mise en œuvre de la nouvelle formule en organisant, au printemps 2000, le premier atelier international sur le refroidissement éolien tenu sur Internet. Le défi initial qu'ont dû relever les scientifiques était de trouver la meilleure façon de déterminer le refroidissement éolien—une tâche difficile si l'on considère qu'il exprime ce que *ressent* notre peau exposée aux effets combinés de la température et du vent, plutôt que de mesurer une valeur objective. Afin de déterminer la température à laquelle l'air calme causerait un taux équivalent de perte de chaleur de la peau, les scientifiques se sont concentrés sur la partie la plus exposée et la plus sensible aux gelures du corps humain : le visage.

Environnement Canada et le ministère de la Défense nationale (MDN) ont collaboré étroitement à la mise sur pied d'un modèle exact de refroidissement facial, en commençant par des tests effectués sur la tête d'un mannequin recouverte d'une peau faite d'un matériau spécial à conductivité thermique. Après avoir mesuré les changements de température et la perte de chaleur du mannequin à des vitesses de vent variées, les scientifiques ont conçu un nouveau modèle mathématique pour évaluer le refroidissement éolien. Pour s'assurer que le modèle donnait des résultats exacts, qui tenaient compte de la température du corps et de la peau, ainsi que de la résistance au froid de la peau, les tests furent ensuite effectués sur des sujets humains.

Ces essais, qui se sont déroulés le printemps dernier à l'Institut militaire et civil de médecine environnementale du MDN à Toronto, portaient sur six hommes et six femmes âgés de 22 à 42 ans. Chacun des sujets a participé à quatre tests d'une durée de 90 minutes effectués à des températures et à des vitesses de vent différentes, à l'intérieur d'une soufflerie réfrigérée. Portant des vêtements appropriés au froid mais le visage découvert, les sujets se déplaçaient sur un tapis roulant dont la vitesse était de 4,8 km/h, en faisant face à un vent provoqué artificiellement à

Suite à la page 2

À L'INTÉRIEUR

1 **Un étude examine les sources et la formation des matières particulaires**

2 **Les changements climatiques et les ressources en eau du Canada : Prévoir l'avenir**

Suite de la page 1

des vitesses de 10, 20 et 30 km/h et par une température de l'air établie à 10 °C, 0 °C et -10 °C. Pour chaque test, la vitesse du vent avait été initialement fixée à la valeur la plus faible, passant à chacune des deux valeurs suivantes à intervalles de 30 minutes. De plus, un essai « mouillé » fut effectué à 10 °C, au cours duquel le visage de chacun des sujets fut aspergé d'eau à des intervalles de 15 secondes, afin de déterminer l'effet de l'eau sur le refroidissement facial.

Graphiques illustrant la différence entre le refroidissement facial d'un des bénévoles dont la perte de chaleur durant les essais s'assimilait à celle qu'avait prédite le modèle (graphique à gauche) et celui d'un autre sujet qui avait manifesté une forte vasodilatation provoquée par le froid (graphique à droite).

Des fluxmètres thermiques et des thermocouples fixés au visage des sujets mesuraient la perte de chaleur et les modifications de la température de la peau au menton, au nez, aux joues et au front. Les joues comptant parmi les parties les plus froides du visage, elles ont été utilisées pour calculer l'état le plus défavorable de la peau. En même temps, on demandait à intervalles réguliers aux participants de décrire leur perception de la température et du froid qu'ils ressentaient. Des thermomètres ont indiqué que la température interne des sujets demeurait constante en dépit des modifications de la température externe et de la vitesse du vent. Toutefois, des différences significatives ont été relevées en ce qui a trait à la température de la peau du visage et à la perte de chaleur—non seulement sous l'effet des différentes conditions du milieu, mais aussi parmi les sujets eux-mêmes.

Les essais mouillés ont confirmé que le vent nous donne l'impression d'avoir plus froid en provoquant l'évaporation de l'humidité de notre peau—processus qui élimine plus de chaleur du corps que par temps sec. Les données recueillies ont permis d'établir que le facteur de refroidissement éolien était de 5 à 10 degrés plus élevé dans des conditions d'humidité que dans des conditions sèches pour des températures identiques. Sur la foi de ces conclusions, Environnement Canada envisage de mettre au point une carte marine du refroidissement éolien indiquant les différentes valeurs liées aux conditions mouillées et sèches, afin d'aider à protéger des gelures les navigateurs exposés aux embruns.

Ce sont les différences physiologiques existant entre les individus qui font que certains ressentent le froid plus rapidement que d'autres, même lorsqu'ils sont exposés à une même combinaison de vent et de température. L'une de ces différences porte sur l'aire de surface—moins votre aire de surface est grande par rapport à votre masse, moins vous perdrez de chaleur. Cela signifie que les gens qui sont grands et minces semblent ressentir le froid plus vite que ceux qui sont petits et trapus. Sur une période de milliers d'années, les caractéristiques faciales des gens vivant dans l'Arctique ont également subi des modifications particulières pour leur permettre de conserver la chaleur.

Une autre raison tient au fait que les gens dont la peau est mieux isolée (en général, ceux qui sont plus lourds et mieux « enveloppés ») perdent leur chaleur interne plus lentement et ont par conséquent une peau dont la température est plus froide que ceux dont la peau est moins bien isolée. Il en résulte que ces personnes mieux isolées sont plus sujettes aux gelures—mais moins sujettes à l'hypothermie. Les gens dont le corps est moins bien isolé perdent leur chaleur interne plus vite, si bien que leur peau est plus chaude et, par conséquent, mieux protégée contre les gelures.

Une autre différence intéressante émanant de ces essais est que certaines personnes bien adaptées au froid manifestent une réaction physiologique connue sous le nom de vasodilatation provoquée par le froid—un mécanisme qui agit à la manière du thermostat d'une chaudière. Lorsque la température de surface de leur peau tombe à un certain niveau, les vaisseaux sanguins qui s'étaient contractés pour conserver la chaleur interne s'ouvrent soudainement et envoient un afflux de sang chaud à la peau affectée pour l'empêcher de geler. Les détecteurs entrent alors en action et referment les vaisseaux sanguins jusqu'à ce que la température retombe au niveau critique, et le processus se répète. Sept des 12 sujets ayant participé aux essais ont manifesté cette réaction.

Afin d'élaborer une formule de refroidissement éolien qui puisse protéger les personnes les plus sujettes aux gelures, les chercheurs ont fondé leur modèle sur les cinq pour cent de la population qui manifestent le plus fort refroidissement facial. Le modèle a été expérimenté plus de 800 fois dans des combinaisons différentes de vitesse du vent et de température de l'air, en vue d'en assurer la cohérence et l'exactitude. Pour qu'il ne soit pas confondu avec la température réelle—qui ne varie pas quelle que soit l'intensité du vent—le refroidissement éolien est désormais exprimé en unités de température équivalente, sans l'usage du symbole des degrés. Ces unités de température équivalente assimilent la sensation de froid éprouvée dans certaines conditions de vent et de température à la température par une journée calme.

Dans l'avenir, les scientifiques étudieront d'autres facteurs qui influent sur la perception du froid et les incorporeront au modèle pour rendre celui-ci encore plus exact. Par exemple, les rayons chauds du soleil par une journée d'hiver exercent un effet important sur la sensation de froid que donne la peau exposée, mais cet effet est influencé par de nombreux facteurs—notamment la latitude, l'altitude, la couverture nuageuse, le moment de la journée et la date. L'humidité sera également étudiée de plus près, parce qu'un froid sec est généralement perçu comme moins intense qu'un froid humide. En tant que première étape de ce processus, l'instauration de ce nouvel indice permettra aux Canadiens de se protéger de façon plus réaliste des effets refroidissants potentiellement dangereux du vent et de la température. S•E

UNE ÉTUDE EXAMINE LES SOURCES ET LA FORMATION DES MATIÈRES PARTICULAIRES

La vallée du bas Fraser, en Colombie-Britannique, est un trésor naturel —une plaine basse luxuriante parsemée de terres agricoles fertiles et de forêts, bordée par des pics imposants et par les eaux miroitantes du Pacifique. La géographie unique de la vallée, où réside la plus grande partie de la population de la province, et le fait qu'elle se prête à une grande diversité d'activités humaines l'exposent en même temps à des problèmes de pollution particuliers.

Photos aux pages 3 et 4 : Wayne Belzer, Environnement Canada

Les matières particulaires, l'ozone troposphérique, l'ammoniac, l'azote, les oxydes de soufre, les composés organiques volatils et d'autres polluants issus du transport, du secteur industriel, des opérations agricoles et de sources naturelles se répandent dans l'atmosphère, au-dessus de la vallée, et sont souvent emprisonnés par les conditions topographiques et météorologiques. Certains de ces produits chimiques entrent en interaction et sont transformés dans l'air ambiant en smog urbain, qui est susceptible de provoquer des problèmes respiratoires chez les êtres humains. Le smog peut également se combiner avec l'ammoniac, dans les secteurs agricoles, pour former de la brume blanchâtre, phénomène qui réduit la visibilité et peut aussi avoir des effets nocifs sur la santé.

Pour mieux comprendre les sources, la formation et la dissémination des matières particulaires et de l'ozone troposphérique—deux composants clés du smog—Environnement Canada a lancé l'Étude de la qualité de l'air Pacific 2001, par le truchement de l'Initiative de l'écosystème du bassin de Géorgie. L'un des principaux engagements liés à cette initiative consiste à réaliser une qualité de l'air permettant de garantir la salubrité des collectivités et des écosystèmes. L'étude sur le terrain, qui s'est déroulée cet été, est la plus importante et la plus détaillée du genre à avoir jamais été entreprise au Canada. Plus de 130 scientifiques gouvernementaux, universitaires et du secteur privé du Canada, des États-Unis, du Royaume-Uni, de l'Italie et du Danemark ont effectué quelque 160 essais pendant le mois d'août, époque de l'année où les concentrations de matières particulaires sont à leur point culminant dans cette région.

La vallée du Fraser constituait un emplacement idéal pour cette étude parce qu'il s'agit d'une région peu étendue et relativement autonome, si bien que la plus grande partie de la pollution de faible altitude provient de sources locales aisément recensées. Pour définir ces sources et déterminer leur contribution relative au problème, les scientifiques ont effectué des mesures au sol en cinq endroits différents représentant le secteur du transport routier, un cadre mixte ville-banlieue, une zone de transition urbaine-rurale, un environnement naturel éloigné et un secteur agricole. Outre le matériel d'échantillonnage traditionnel, ils ont utilisé des spectromètres de masse d'aérosol dernier cri, qui sont en mesure de décomposer les particules en leurs composés chimiques. Ce profil moléculaire aide les chercheurs à retracer les sources et les processus spécifiques engagés dans la formation des particules.

Une scientifique du Centre de technologie environnementale d'Environnement Canada abaisse un appareil de prélèvement d'air du pont routier qui surplombe le tunnel Cassiar, à Vancouver.

Des mesures des polluants de grande altitude ont été prises à partir de ballons captifs et de petits avions munis de divers instruments perfectionnés, notamment un lidar—un système de télédétection qui localise les particules dans l'atmosphère en faisant rebondir sur elles des faisceaux laser, de la même façon que le radar utilise les signaux radioélectriques. Un Convair 580 a cartographié la répartition spatiale des polluants dans la basse atmosphère et leur déplacement en fonction de certaines conditions météorologiques, tandis qu'un Cessna 188 recueillait des échantillons en altitude aux fins de comparaison avec des échantillons recueillis au sol. Un lidar à balayage était en outre en opération à l'un des emplacements au sol.

Suite à la page 4

Suite de la page 3

Les résultats préliminaires ont déjà révélé plusieurs faits intéressants concernant les sources et le comportement des matières particulaires dans le secteur étudié. Par exemple, on a constaté que le profil météorologique, la chaleur et l'humidité influencent beaucoup la dissémination des polluants dans la vallée et ses tributaires. Le lidar aéroporté a décelé une accumulation significative de particules au-dessus de la ville de Vancouver deux ou trois jours après l'arrivée d'une crête de haute pression. Durant le jour, les polluants atmosphériques dans les couches inférieures de l'atmosphère—qui, a-t-on établi, provenaient principalement de sources locales—se mélangent sous la chaleur du soleil pour former le smog. La nuit, la surface du sol se refroidit, séparant ainsi les sources de surface des polluants en altitude. Les vents poussent les polluants contre les flancs des collines et les insufflent dans les vallées tributaires. Si les vents sont particulièrement violents, ils pousseront une partie des polluants dans d'autres secteurs; sinon, les polluants redescendront sur le sol de la vallée le lendemain matin—ce qui leur permettra de traîner dans la région plusieurs jours de suite.

Les mesures de la qualité de l'air effectuées à Eagle Ridge (une région montagneuse ou se mêlent les émissions urbaines et naturelles), dans le parc Golden Ears (un endroit éloigné) et à Boundary Bay ont jeté un peu de lumière sur la contribution des sources naturelles ou biosynthétiques à la pollution atmosphérique. Les données provenant des régions boisées ont confirmé que les arbres constituaient une source de composés organiques volatils, qui se combinent dans l'atmosphère pour former de l'ozone troposphérique et des matières particulaires. L'odeur agréable que l'on associe à une forêt de pins est en réalité l'odeur des terpènes—des hydrocarbures naturels qui sont émis par les conifères et convertis en matière particulaire. Les arbres à feuilles caduques, tels que les érables et autres feuillus, émettent des hydrocarbures de poids moléculaire plus faible qui interviennent dans la formation de l'ozone.

Les mesures des émissions naturelles provenant de l'eau de mer du détroit de Géorgie ont confirmé que de grandes quantités de soufre sont produites par les algues dans l'océan; toutefois, les données n'étaient pas suffisantes pour qu'on puisse déterminer la contribution exacte de cette source. Les sulfates et les nitrates provenant du milieu marin et d'autres sources peuvent se combiner à l'ammoniac gazeux pour former de la brume blanchâtre. La vallée du Fraser étant une importante région agricole, les émissions d'ammoniac provenant

Ballon-sonde captif au site de Slocan, à Burnaby. Le ballon a été lâché jusqu'à une hauteur d'un kilomètre environ, puis ramené au sol à l'aide d'un treuil, pour permettre l'obtention d'un profil vertical de l'ozone et de paramètres météorologiques tels que la vitesse et la direction du vent, l'humidité et la température.

des activités agricoles (essentiellement l'épandage du fumier et la fertilisation) contribuent à la formation des particules. Les scientifiques pensent que les données recueillies leur permettront de quantifier l'ammoniac provenant de cette source et d'autres sources importantes, y compris le secteur du transport.

D'autres expériences effectuées sur les émissions provenant du secteur du transport ont également permis de tirer des conclusions intéressantes. Un important panache, dont la signature chimique l'apparentait clairement à des émissions provenant de l'industrie du transport maritime, a été observé se déplaçant du secteur portuaire vers la ville de Vancouver. Les émissions dues au transport maritime n'avaient jamais encore été correctement prises en compte et sont désormais considérées comme une source importante de pollution locale. Un nombre important de données a aussi pu être recueilli sur les émissions provenant de la circulation des véhicules légers, qui sont depuis longtemps considérés comme une source majeure de pollution dans la région. Des filtres retirés d'échantillonneurs d'air au tunnel Cassiar, à Vancouver, faisaient état d'une concentration de carbone noir sensiblement plus élevée que ce que les chercheurs s'étaient attendus à trouver, puisqu'on ne pensait pas jusqu'alors que le carbone était un composant important de telles émissions.

Un grand nombre d'échantillons ont été recueillis et doivent encore être analysés en laboratoire. Les scientifiques qui ont participé à l'étude Pacific 2001 vont se réunir à l'occasion d'un atelier de travail, à Vancouver, pour faire rapport des conclusions tirées jusqu'à maintenant. Deux ans après le parachèvement de l'étude sur le terrain, les données seront rendues publiques.

L'information recueillie grâce à Pacific 2001 aidera à améliorer les modèles informatiques sur la qualité de l'air utilisés pour évaluer l'effet de divers scénarios et initiatives de contrôle des émissions, et servira de fondement à l'élaboration de politiques publiques valables concernant la qualité de l'air dans la région—y compris un plan de bassin atmosphérique transfrontalier pour le secteur bassin de Géorgie/Puget Sound. Elle contribuera aussi directement à la mise en application des standards pancanadiens relatifs aux particules et à l'ozone et à la révision de l'Annexe sur l'ozone de l'Accord Canada–États-Unis sur la qualité de l'air, en 2004. Une meilleure compréhension des processus qui conduisent à la formation et à la dissémination des matières particulaires et de l'ozone aidera de plus la communauté internationale à prendre des mesures plus efficaces pour répondre aux exigences des accords existants et futurs sur la qualité de l'air. SoE

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LES RESSOURCES EN EAU DU CANADA : PRÉVOIR L'AVENIR

Le bassin du Mackenzie, qui s'étend de Jasper, en Alberta, à la côte de la mer de Beaufort, couvre 20 p. 100 de la superficie du Canada. Au cours des sept dernières années, des scientifiques d'Environnement Canada et de diverses universités ont œuvré de concert dans ce vaste paysage afin d'en apprendre davantage sur le cycle de l'énergie et de l'eau dans le nord du Canada—et de réunir des renseignements essentiels à la prévision des effets des changements climatiques sur nos ressources en eau.

Le Canada possède quelques-unes des plus grandes réserves d'eau douce au monde. Ces réserves subissent des fluctuations considérables en raison des variations naturelles du climat et on craint de plus en plus que les changements climatiques résultant des activités humaines aient des effets dramatiques et imprévisibles. Par exemple, du fait qu'il constitue la plus vaste source d'eau douce de l'Océan arctique en Amérique du Nord, le fleuve Mackenzie—classé dixième plus grande aire de drainage au monde—joue un rôle important dans la régulation de la circulation thermohaline (température et salinité) des océans du monde. Une fluctuation à grande échelle du débit du Mackenzie entrainerait des conséquences bien au-delà des frontières canadiennes.

Le besoin d'en savoir plus sur la corrélation entre le climat et les ressources hydriques, en particulier dans les grands bassins fluviaux septentrionaux tels que le Mackenzie, a incité Environnement Canada et certains de ses collègues de la communauté scientifique à lancer un nouveau programme de recherche dans le nord du Canada. Quelque 50 climatologues, météorologues, hydrologues, experts en télédétection et modélisateurs canadiens du Service météorologique du Canada et de l'Institut national de recherche sur les eaux d'Environnement Canada, ainsi que plusieurs universités canadiennes, participent à l'étude MAGS (Mackenzie GEWEX Study/Étude GEWEX Mackenzie).

MAGS est une composante majeure du GEWEX (Global Energy and Water Cycle Experiment/Expérience mondiale sur les cycles de l'énergie et de l'eau) du Programme mondial de recherche sur le climat, qui a pour objet d'étudier la corrélation entre l'eau et le climat dans des endroits stratégiques de la planète—y compris le Mississippi et l'Amazone, la mer Baltique et, en Asie, les régions de la mousson et de la Sibérie. Les scientifiques canadiens jouent un rôle prépondérant dans l'acquisition de nouvelles connaissances sur les processus qui président à la circulation, au stockage et à la distribution de l'énergie et de l'eau dans les régions froides et qui, en bout de ligne, influent sur le système climatique mondial.

La recherche menée sur une si grande échelle présente quantité de défis formidables, particulièrement au chapitre de la superficie, de l'éloignement et de la diversité biophysique d'une telle région. Le bassin du Mackenzie se compose de six sous-bassins principaux, de trois grands lacs—le Grand lac des Esclaves, le Grand lac de l'Ours et le lac Athabasca—et de trois grands deltas, y compris le delta Paix-Athabasca et le delta du Mackenzie. Il englobe la toundra arctique au nord, des terres agricoles et des exploitations d'élevage au sud, des lacs et des zones humides dans les plaines intérieures, des régions montagneuses à l'ouest et le Bouclier canadien à l'est. Dans la partie septentrionale du bassin, le pergélisol est continu presque partout et peut atteindre une épaisseur de 500 mètres.

Le climat spectaculaire du bassin du Mackenzie crée ses propres défis. Les températures mensuelles moyennes vont d'environ 15 °C en été à –30 °C en hiver. Cependant, l'écart est beaucoup plus grand sur une échelle quotidienne alors que des températures aussi élevées que 30 °C et aussi basses que –50 °C sont enregistrées. Les importantes variations quotidiennes, saisonnières et annuelles des systèmes de nuages du bassin (et de leur structure) ont un profond effet sur les processus de surface, y compris la quantité de chaleur gagnée et perdue. Des orages cycloniques éclatent fréquemment durant une bonne partie de l'année et, en été, le bassin est sillonné des éclairs caractéristiques de l'intense activité convective qui y règne. Avant le lancement de MAGS, ces phénomènes et d'autres processus atmosphériques n'étaient pas bien compris.

Dès l'abord, les chercheurs savaient qu'ils allaient devoir se contenter de données incomplètes, car le réseau d'observation dans le bassin du Mackenzie est limité. Ils ont réglé ce problème en exploitant au maximum les renseignements dont ils disposaient déjà—par exemple, ils se sont servis des registres historiques des précipitations et

Suite à la page 6

Chercheurs au bassin de recherche de Trail Valley Creek de l'Institut national de recherche sur les eaux—un site MAGS situé au nord-est d'Inuvik, dans les Territoires du Nord-Ouest. Le fonctionnement de l'appareillage de mesure du débit et des autres caractéristiques hydrologiques (tour de gauche) est la responsabilité de l'INRE, tandis que le Service météorologique du Canada s'occupe de la station météorologique éloignée complémentaire (tour de droite). Des aérogénérateurs et des panneaux solaires sont utilisés pour alimenter la station durant les longues périodes où elle fonctionne en mode automatique.

Suite de la page 5

des débits pour évaluer la distribution des précipitations et du ruissellement dans le bassin. Ils ont aussi élaboré des stratégies de recherche faisant appel à des outils de télédétection pour obtenir des données qu'ils ont ensuite pu employer à diverses fins, par exemple pour calculer les dates de formation et de dislocation des glaces dans les grands lacs du Mackenzie et pour évaluer l'échange de chaleur et d'humidité entre la surface et l'atmosphère dans les régions clés.

Au cours de l'étude, Environnement Canada a ouvert plusieurs nouvelles stations d'observation météorologique automatiques dans des endroits pour lesquels on avait peu de données. Chaque endroit représente un milieu naturel différent : zone humide et pergélisol discontinu près de Fort Simpson; montagnes à Fort Liard; toundra alpine à la ligne continentale de partage des eaux entre le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest; lacs de bouclier à Yellowknife, entre le Grand lac des Esclaves et le Grand lac de l'Ours; zones humides forestières septentrionales à Fort Good Hope; transition de la forêt boréale à la toundra et au pergélisol continu à Inuvik.

Afin de réunir les données hydrologiques dont ils avaient besoin, les chercheurs du Ministère ont perfectionné leurs instruments dans quatre bassins faisant l'objet d'une recherche à long terme et situés dans des régions clés. Aux données recueillies dans ces endroits se sont ajoutées les données obtenues grâce à un modèle canadien de prévision météorologique. Les travaux des experts en modélisation visant à utiliser le modèle régional canadien du climat dans le bassin du Mackenzie et à lier le schéma canadien de paramétrisation de la surface terrestre (CLASS - Canadian Land Surface Scheme) à un modèle hydrologique, ont progressé. L'intégration de ces modèles constitue un objectif important de l'étude, que nous devons atteindre pour pouvoir tester notre capacité de prévision dans les conditions actuelles et prévoir comment le climat et les ressources en eau vont se modifier dans l'avenir.

Munis de ces outils et de ces techniques, les chercheurs ont axé leurs études sur les processus atmosphériques à grande échelle, sur le recyclage de l'humidité et sur les flux d'énergie et ont découvert une foule de nouveaux renseignements sur la façon dont l'humidité est distribuée et redistribuée dans la région. À l'automne et au printemps, la majeure partie de l'humidité et des précipitations est transportée vers le bassin par un « tapis roulant » qui part de l'océan Pacifique et traverse les montagnes. Ces dernières jouent un rôle de premier plan dans la conversion de cette humidité en neige, qui se transforme ensuite en eau de fonte et en eau de ruissellement. Durant l'été, l'évaporation générée par la végétation et les pl... d'eau ouverts représente une source essentielle d'humidité atmosphérique et, avec les

Image satellite du bassin du fleuve Mackenzie montrant le Grand lac de l'Ours (en haut) et le Grand lac des Esclaves (en bas).

nuages convectifs, un important facteur de sa redistribution. Les études des systèmes météorologiques cycloniques révèlent que ceux-ci sont à l'origine d'une bonne partie des précipitations dans le bassin du Mackenzie.

Leur recherche sur la neige, sur la glace et sur le pergélisol a permis aux scientifiques de mieux comprendre la façon dont la neige poudreuse est redistribuée, de découvrir à quel point les forêts sont efficaces pour intercepter la neige tombante et de savoir quelle quantité de neige est de nouveau sublimée dans l'atmosphère. Ils ont constaté que l'eau produite par la neige fondante s'infiltre facilement dans les sols organiques gelés, mais pas dans les sols glacés riches en minéraux, et que les pentes de pergélisol favorisent le ruissellement pour l'alimentation des cours d'eau, contrairement aux pentes sans pergélisol qui n'en produisent parfois aucun. Les scientifiques de MAGS modifient actuellement les modèles hydrologiques pour tenir compte de ces importantes variations.

Les chercheurs qui étudient le Grand lac des Esclaves ont pris une période de deux ans et observé une différence marquée dans l'évaporation cumulative annuelle. La première année, la quantité relevée était plus petite que celle de la deuxième année et concordait aux évaluations faites pour les lacs septentrionaux, mais, la deuxième année, la quantité était plus grande et se rapprochait de l'évaporation estimée pour les Grands Lacs Laurentiens, au sud. On pourrait expliquer cette plus grande évaporation par une période libre de glace exceptionnellement longue, résultat d'une surface gelée plus mince la seconde année en raison de températures de l'air au-dessus de la moyenne durant un épisode de réchauffement El Niño. Les chercheurs estiment que si un réchauffement El Niño a cet effet, le réchauffement causé par les changements climatiques dus aux activités humaines amènera les grands lacs du nord à se comporter davantage comme les grands lacs du sud.

Alors que la première phase de l'étude tire à sa fin, l'équipe MAGS comprend mieux que jamais auparavant la relation entre l'eau et le climat dans les régions septentrionales. Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada a déjà alloué cinq millions de dollars à une deuxième phase qui réunira de nouveau les communautés scientifiques de l'État et des universités au cours des cinq prochaines années et leur permettra de créer de meilleurs modèles et d'autres instruments visant à améliorer la prévision des changements que subiront dans l'avenir les ressources d'eau douce au Canada. S•E

Bulletin S et E

Ce bulletin présente tous les deux mois de l'information sur les travaux de pointe d'Environnement Canada, en sciences et en technologie.

Pour obtenir plus de renseignements sur un sujet mentionné dans le présent bulletin ou dans des numéros antérieurs, veuillez consulter le site Web de *S et E* à l'adresse [www.ec.gc.ca/science]. Bon nombre des publications ministérielles mentionnées dans le *Bulletin* figurent sur la Voie verte d'Environnement Canada à [www.ec.gc.ca]ou peuvent être commandées auprès de l'Infomathèque au 1-800-668-6767.

Il est possible d'obtenir les coordonnées de scientifiques en communiquant avec Paul Hempel, éditeur du *Bulletin*, par courrier électronique à Paul.Hempel@ec.gc.ca ou par téléphone au (819) 994-7796. Les commentaires ou suggestions sont accueillis favorablement.

N'hésitez pas à reproduire de l'information provenant de la présente publication en indiquant sa source : le *Bulletin S et E* d'Environnement Canada.

ISSN 1480-3801 ©Sa Majesté la Reine du chef du Canada (Environnement Canada) 2001